

**PIEZOELECTRIC RESONANCE ELEMENT AND ELECTRONIC APPLIANCE**

Patent Number: JP2001168674  
Publication date: 2001-06-22  
Inventor(s): KITAMURA HIDEKAZU; INOUE KAZUHIRO; TAKEUCHI MASAKI  
Applicant(s): MURATA MFG CO LTD  
Requested Patent: ☐ JP2001168674  
Application Number: JP19990350585 19991209  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H03H9/17  
EC Classification:  
Equivalents:

**Abstract**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a piezoelectric thin film resonator which is stable in the temperature characteristic of a resonance frequency and is also excellent in anti-resonance characteristic.

**SOLUTION:** A quartz substrate 22 is etched from the side of a rear surface to form a cavity 24 on the rear surface of the substrate 22 and a thin film supporting part 23 consisting of a part of the substrate 22 is formed on its upper surface. A piezoelectric element part 27 consisting of a piezoelectric thin film 25 consisting of PZT, an exciting electrode 26a on the lower surface of the film 25 and an exciting electrode 26b on the upper surface of the film 25 is formed on the upper surface of the part 23.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2001-168674  
(P 2001-168674A)  
(43) 公開日 平成13年6月22日 (2001. 6. 22)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
H03H 9/17

識別記号

F I  
H03H 9/17

テーマコード (参考)  
F 5J108

審査請求 未請求 請求項の数 5

OL

(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-350585

(22) 出願日 平成11年12月9日 (1999. 12. 9)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所  
京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 北村 英一

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

(72) 発明者 井上 和裕

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

(74) 代理人 100094019

弁理士 中野 雅房

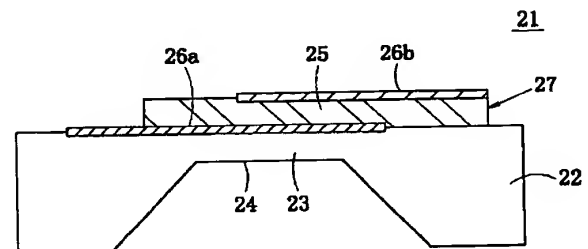
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電共振子及び電子機器

(57) 【要約】

【課題】 共振周波数の温度特性が安定で、かつ反共振特性も良好な圧電薄膜共振子を提供することにある。

【解決手段】 水晶基板 22 を裏面側からエッチングすることによって水晶基板 22 の裏面に空洞 24 を形成し、その上面に水晶基板 22 の一部からなる薄膜支持部 23 を形成する。薄膜支持部 23 の上面には、P Z T からなる圧電薄膜 25 と圧電薄膜 25 下面の励振用電極 26 a と圧電薄膜 25 上面の励振用電極 26 b とからなる圧電素子部 27 を形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁材料もしくは圧電材料からなる基板の一部を裏面側からエッチングすることによって該基板の表面の一部に薄膜部分を形成し、該薄膜部分の上に1層もしくは複数層の圧電体層と電極とからなる圧電素子部を設けた圧電共振子であって、前記圧電体層のうち少なくとも1層における弾性定数の温度係数の正負符号が、前記薄膜部分における弾性定数の温度係数の正負符号と異なっていることを特徴とする圧電共振子。

【請求項2】 前記基板は、水晶、 $\text{LiNbO}_3$ 、 $\text{LiTaO}_3$ 、 $\text{PbTiO}_3$ 、PZTのうちいずれかを主成分とするものであることを特徴とする、請求項1に記載の圧電共振子。

【請求項3】 弾性定数の温度係数が負である圧電体層は、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{LiNbO}_3$ 、 $\text{LiTaO}_3$ 、 $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{(1-x)}\text{O}_3$  [ $0 \leq x \leq 0.52$ ] のいずれかの圧電材料を主成分として構成されていることを特徴とする、請求項1又は2に記載の圧電共振子。

【請求項4】 弾性定数の温度係数が正である圧電体層は、 $\text{AlN}$ 、 $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{(1-x)}\text{O}_3$  [ $0.54 \leq x \leq 1$ ] を主成分として構成されていることを特徴とする、請求項1又は2に記載の圧電共振子。

【請求項5】 請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の圧電共振子を用いて構成したことを特徴とする電子機器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は圧電共振子及び電子機器に関し、特に、圧電体層の弾性振動を利用した圧電共振子と当該圧電共振子を利用した電子機器に関する。

## 【0002】

【従来の技術】圧電基板の厚み振動を利用した圧電薄膜共振子の共振周波数は、圧電基板の厚さに反比例し、超高周波領域では圧電基板を極めて薄く加工する必要がある。しかし、圧電基板自体の厚さを薄くするのは、その機械的強度や取り扱い上の制限などから、基本モードでは数100MHzが実用上の高周波限界とされてきた。このような問題を解決するため、従来より圧電薄膜共振子が提案されており、フィルタや共振器として提案されている。

【0003】図1は高周波特性を伸ばせるようにした圧電薄膜共振子1を示す断面図であって、微細加工法を用いてSi基板2を部分的にエッチングすることにより、Si基板2の一部に数 $\mu\text{m}$ 以下の厚さの薄膜支持部3を形成し、その上に一对の励振用電極5a、5bを有するZnO圧電薄膜4を設けたものである。

【0004】また、図2に示す圧電薄膜共振子6では、Si基板2の表面に熱酸化等によって $\text{SiO}_2$ 薄膜7を形成し、Si基板2を部分的にエッチングすることによ

って $\text{SiO}_2$ 薄膜7で薄膜支持部3を形成し、その上に励振用電極5a、5bを両面に有するZnO圧電薄膜4を設けている。

【0005】図1及び図2のような圧電薄膜共振子1、6では、薄膜支持部3は微細加工技術を用いて薄くすることができ、圧電薄膜4もスパッタリング等によって薄く形成することができるので、数100MHz～数1000MHzまで高周波特性を延ばすことができる可能性がある。

【0006】また、ZnOの弾性定数の温度係数(TCF)は約 $-70\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 、Siの弾性定数の温度係数は約 $-30\text{ppm}/^\circ\text{C}$ であって、ZnOとSiでは弾性定数の温度係数がいずれも負の値をもつので、ZnOからなる圧電薄膜4とSiからなる薄膜支持部3との組み合わせを有する図1の圧電薄膜共振子1では、基本モードにおける共振周波数の温度特性が悪くなる恐れがある。これに対し、ZnOの弾性定数の温度係数は約 $-70\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 、 $\text{SiO}_2$ の弾性定数の温度係数は約 $+100\text{ppm}/^\circ\text{C}$ であって、ZnOと $\text{SiO}_2$ では弾性定数の温度係数の符号が異なるので、図2の圧電薄膜共振子では、ZnOからなる圧電薄膜4の膜厚と $\text{SiO}_2$ からなる薄膜支持部3の膜厚との比をある適当な値(概略で、2:1)に設定することにより、基本モードにおける共振周波数の温度係数を小さくし、共振周波数の温度特性を安定にすることができる(特開昭58-121817号公報)。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図1のような構造の圧電薄膜共振子では、半導体であるSi基板を用いているため、励振用電極とSi基板との間の浮遊容量及びSi基板自体を経由して励振用電極間で高周波信号の漏れが発生し、高い反共振特性が得られないという問題があった。

【0008】また、図2のような構造の圧電薄膜共振子でも、半導体であるシリコン基板を用いているので、励振用電極とシリコン基板との間の浮遊容量、Si基板及びSi基板と励振用電極との間の浮遊容量を経由して励振用電極間で高周波信号の漏れが発生し、高い反共振特性が得られないという問題があった。

【0009】本発明は上述の技術的問題点を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、共振周波数の温度特性が安定で、かつ反共振特性も良好な圧電薄膜による圧電共振子及び電子機器を提供することにある。

## 【0010】

【課題を解決するための手段とその作用】本発明にかかる圧電共振子は、絶縁材料もしくは圧電材料からなる基板の一部を裏面側からエッチングすることによって該基板の表面の一部に薄膜部分を形成し、該薄膜部分の上に1層もしくは複数層の圧電体層と電極とからなる圧電素



○<sub>3</sub>からなる基板 42 を裏面側からエッチングすることによって基板 42 の裏面に空洞 44 を形成し、その上面に基板 42 の一部からなる薄膜支持部 43 を形成している。薄膜支持部 43 の上面には、AlN からなる圧電薄膜 45 と圧電薄膜 45 下面の励振用電極 46a と圧電薄膜 45 上面の励振用電極 46b とからなる圧電素子部 47 が形成されている。

【0027】このような構造の圧電薄膜共振子 41 にあっても下面側から基板 42 をエッチングすることによって薄膜支持部 43 を形成しているの、薄膜支持部 43 を容易に得ることができる。

【0028】また、圧電薄膜 45 である AlN の弾性定数の温度係数が正であるのに対し、薄膜支持部 43 である LiNbO<sub>3</sub> の弾性定数の温度係数は負であるので、圧電薄膜 45 の膜厚と薄膜支持部 43 の膜厚を適当に設定すれば、圧電薄膜共振子 41 の温度係数をほぼゼロにすることができる。

【0029】さらに、基板が圧電体（絶縁体）である LiNbO<sub>3</sub> によって形成されているので、両励振用電極 46a、46b 間を電氣的に確実に絶縁することができ、両励振用電極 46a、46b 間における高周波信号の漏れを防止でき、圧電薄膜共振子 41 の反共振特性を良好にでき、反共振点における特性曲線を鋭くできる。

【0030】なお、ここでは基板として LiNbO<sub>3</sub> を用いたが、代わりに LiTaO<sub>3</sub>、PbTiO<sub>3</sub> 等の圧電体を用いてもよい。また、比抵抗が約  $10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$  以上の絶縁体を基板として用いてもよい。

【0031】（第 3 の実施形態）図 7 は本発明の第 3 の実施形態による圧電薄膜共振子 51 の構造を示す断面図である。この圧電薄膜共振子 51 にあつては、水晶基板 52 を裏面側からエッチングすることによって水晶基板 52 の裏面に空洞 54 を形成し、その上面に基板 52 の一部からなる薄膜支持部 53 を形成している。薄膜支持部 53 の上面には、ZnO からなる複数層の圧電薄膜 55 と励振用電極 56a、56b とが交互に積層され、各励振用電極 56a どうしを接続し、各励振用電極 56b どうしも接続して圧電素子部 57 が形成されている。

【0032】このような構造の圧電薄膜共振子 51 にあっても第 1 及び第 2 の実施形態と同様な作用効果を奏するが、さらに、圧電薄膜 55 が複数層に形成されているので、共振レスポンスをさらに高くすることができる。

【0033】なお、この実施形態でも基板材料や圧電薄膜材料は、上記実施形態で用いた材料の組み合わせを用いることもできる。

【0034】（第 4 の実施形態）図 8 は本発明の第 4 の実施形態による圧電薄膜共振子 61 の構造を示す断面図

である。この圧電薄膜共振子 61 にあつては、水晶基板 62 を裏面側からエッチングすることによって水晶基板 62 の裏面に空洞 64 を形成し、その上面に基板 62 の一部からなる薄膜支持部 63 を形成している。薄膜支持部 63 の上面には、下層の励振用電極 67a、ZnO からなる圧電薄膜 65、AlN からなる圧電薄膜励振用電極 66、上層の励振用電極 67b とが積層されて圧電素子部 68 が形成されている。

【0035】このような構造の圧電薄膜共振子 61 にあっても第 1 及び第 2 の実施形態と同様な作用効果を奏する。また、この実施形態は、複数材質の圧電薄膜 65、66 を積層した点を特徴としており、ZnO の弾性定数の温度係数は負、AlN の弾性定数の温度係数は正、水晶の弾性定数の温度係数が正であるので、圧電薄膜共振子 61 の共振周波数の温度係数をゼロにするためのパラメータが増加して設計が容易になる。

【0036】なお、この実施形態でも上記圧電薄膜材料と異なる材料で各圧電薄膜を形成してもよく、上記基板材料と異なる材料の基板を用いてもよい。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】従来の圧電薄膜共振子の構造を示す断面図である。

【図 2】弾性定数の温度特性を改善した従来の別な圧電薄膜共振子の構造を示す断面図である。

【図 3】本発明の第 1 の実施形態による圧電薄膜共振子の構造を示す断面図である。

【図 4】（a）～（d）は同上の圧電薄膜共振子の製造工程を説明する概略図である。

【図 5】（e）～（h）は、図 4（a）～（d）の続図である。

【図 6】本発明の第 2 の実施形態による圧電薄膜共振子の構造を示す断面図である。

【図 7】本発明の第 3 の実施形態による圧電薄膜共振子の構造を示す断面図である。

【図 8】本発明の第 4 の実施形態による圧電薄膜共振子の構造を示す断面図である。

#### 【符号の説明】

21、41 圧電薄膜共振子

22 水晶基板

42 LiNbO<sub>3</sub> 基板

23、43 薄膜支持部

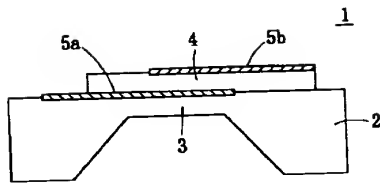
25 PZT 圧電薄膜

45 AlN 圧電薄膜

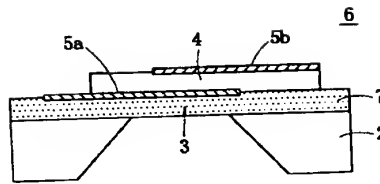
26a、26b、46a、46b 励振用電極

27、47 圧電素子部

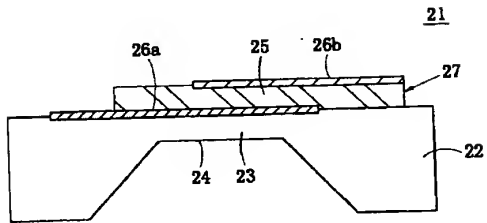
【図1】



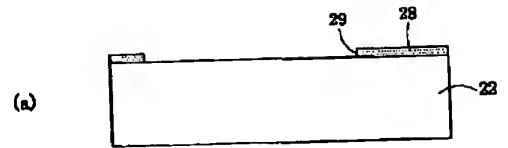
【図2】



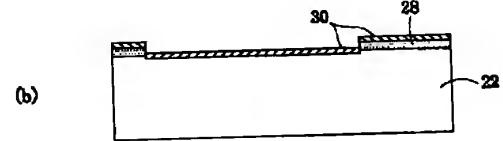
【図3】



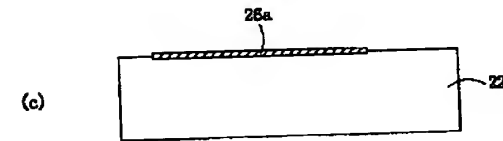
【図4】



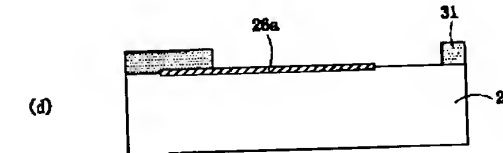
(a)



(b)

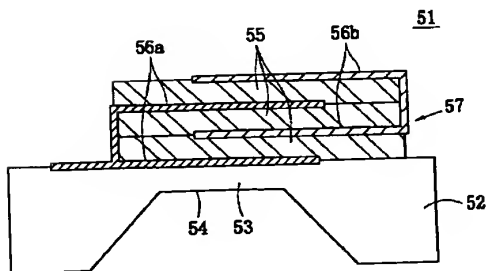


(c)

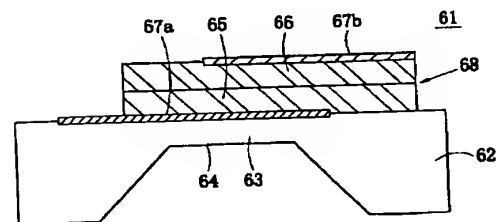


(d)

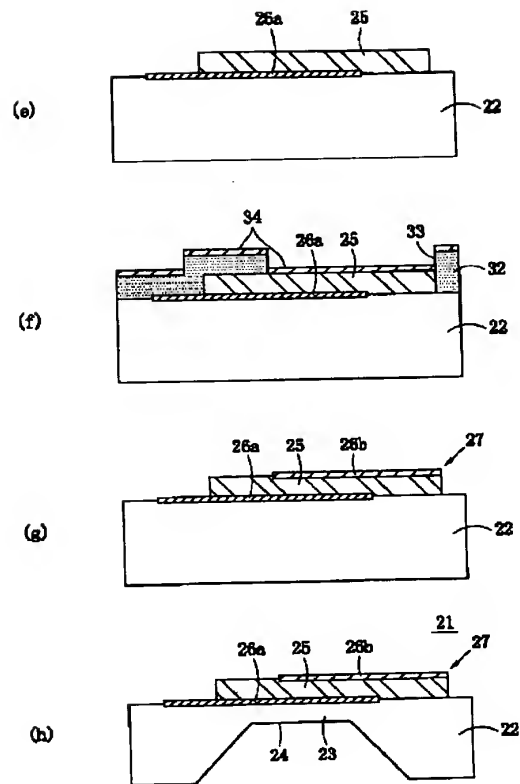
【図7】



【図8】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 竹内 雅樹  
 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
 会社村田製作所内

Fターム(参考) 5J108 AA04 BB04 BB07 CC04 CC11  
 EE03